

## Det biobaserede samfund 2016-2017, afsnit 2.4 punkt 4 Økonomiske analyser og forretningsmodeller

1. *Forretningspotentialer inden for biomasse og bioenergi anskueliggøres gennem analyser og beregninger, herunder specielt forretningspotentialer for landmændene.*
2. *Efterspørgslen på attraktive biomasser stiger inden for de kommende år, og de økonomiske muligheder beskrives i forskellige cases.  
Der skal skabes øget bevidsthed i erhvervet om de potentialer, der er i restprodukter og affaldsmasserne, som kan sorteres fra til levering til procesanlæg, herunder til fx biogasanlæggene. Det belyses desuden, hvordan de økonomiske forhold er i forbindelse med at udnytte efterafgrøder, halm, restprodukter fra foderfremstilling, græs fra lavtliggende arealer og fra offentlige arealer.*
3. *Der er et behov for at få belyst, hvordan udbygningen af bioenergisektoren (biogasanlæggene) og derved stigende mængder af afgasset biomasse kan harmonere med stigende restriktioner vedrørende hvilke arealer, der må modtage de afgassede biomasser.*
4. *I sammenhæng med ovenstående belyses, hvorledes omverdensfaktorer som fx energipriser, støtteordninger til biogas, bionaturgas, el og varme og ændring af energifgifter påvirker rentabiliteten i bl.a. biogasproduktion. Jf. løbende notater i henholdsvis [2016](#) og [2017](#)*

Delrapport 1: Landmændenes forretningspotentialer inden for biomasse og bioenergi, se særskilt notat...[\Forretningspotentiale Rentabilitet del 1\Notat filer\Forretningspotentiale notat \(LI\).docx](#)

*"Landmændenes forretningspotentialer inden for biomasse og bioenergi anskueliggøres gennem analyser og beregninger."*

Delrapport 2: Rentabilitet ved anvendelse af efterafgrøder, halm, restprodukter fra foderfremstilling, græs fra lavtliggende arealer og fra offentlige arealer til bioenergi

- a) *Efterspørgslen efter attraktive biomasser stiger inden for de kommende år, og de økonomiske muligheder beskrives i forskellige cases, jf. nedenfor.*

*Der skal skabes øget bevidsthed i erhvervet om de potentialer, der er i restprodukter og affaldsmasserne, som kan sorteres fra til levering til procesanlæg, herunder fx biogasanlæggene.*

- b) *Det belyses desuden, hvordan de økonomiske forhold er i forbindelse med at udnytte efterafgrøder, halm, restprodukter fra foderfremstilling, græs fra lavtliggende arealer og fra offentlige arealer i biogasproduktionen, se særskilt notat...[\Rentabilitet ved biomasser delrapport 2b\Afs 2b De økonomiske forhold i forbindelse med at udnytte efterafgrøder.docx](#)*

Delrapport 3: Afsætning af biomasser i forhold til kvælstof- og fosforrestriktioner, se særskilt notat. [\Del 3 Afsætning af biomasser i forhold til NPK\Delrapport 3 Fosfor og kvælstof begrænsninger.docx](#)

*"Det belyses, hvordan udbygningen af bioenergisektoren (biogasanlæggene) og derved stigende mængder af afgasset biomasse kan harmonere med stigende restriktioner vedrørende, hvilke arealer der må modtage de afgassede biomasser."*

## **Delrapport 2a) Efterspørgslen efter attraktive biomasser stiger inden for de kommende år, og de økonomiske muligheder beskrives i forskellige cases.**

### Indhold

1.1 Restprodukter som foder, roetoppe, frarensset korn, frø .....	3
1.2 Halmsalg til biogas, kraftvarmeværker, eget forbrug .....	6
1.3 Alternative biomasser, der kan udkonkurrere landbrugets biomasser .....	11
Udfordringer / Trusler .....	15
Stærke og svage sider ved biomasserne.....	16
Opsummering.....	18
Kildemateriale .....	19

Afsnit 1.1 og 1.2, der vedrører forretningspotentialet, er opdelt i de nedenfor viste delområder

- a) Mængder til rådighed
- b) Kunder; hvad efterspørges, og hvor mange kunder er der?
- c) Logistik, kundeplacering
- d) Markedstendens og udsigter
- e) Produkttyper og leveringsform
- f) Omkostninger
- g) Salgspriser
- h) Arbejds-mæssige ressourcer

## 1.1 Restprodukter som foder, roetoppe, frarensset korn, frø

### 1.a) Mængder til rådighed

Den samlede produktion af korn, rapsfrø og græsfrø er ifølge Danmarks statistik på 10,86 mio. tons. Spildet udgør omkring 3 pct. (280.000-300.000 tons) varierende fra år til år. Opgørelse er vist i bilag 1. Frarens og det, der bliver kasseret på virksomhederne, bliver på nuværende tidspunkt afbrændt på lokale fjernvarmeværker. Frarens på de enkelte landbrugsbedrifter bliver enten returneret ud på marken eller brændt af i halmfyr/stokerfyr.

Mængden af foderrester primært fra grovfoder som fx majs og græs er svær at opgøre, men analyser og registreringer foretaget af SEGES Kvæg i 2015 viser, at spildet ligger i intervallet 5-10 pct.

Produktionen er ifølge Danmarks Statistik i intervallet 26,8-25,5 mio. tons, hvilket betyder, at spildet udgør mellem 1,3 og 2,6 mio. tons i perioden 2014-2017.

Den samlede halmproduktion inkl. raps og ærtehalm udgør ca. 6 mio. kr. (2017 tal). Heraf bliver der bjærget 3,1 mio. tons. Resten (2,9 mio. tons) bliver snittet og nedmuldet ved markarbejdet. Biogasanlæggene har mulighed for at benytte en del ikke-udnyttet halm, men det er primært hvedehalm, der er optimalt at benytte ved biogasproduktionen. Hvedehalm udgør omkring 50 pct. af den samlede halmproduktion fra korn og tilsvarende 50 pct. af den halm, der ikke bliver bjærget.

Ca. 22 % af den bjærgede halm bliver brugt til strøelse. Det vil være oplagt at anvende denne som biomasse i biogasproduktionen, da strøelse indeholder både halm og husdyrgødning.

### 1.b) Kunder, hvad efterspørges, og hvor mange kunder er der?

For afrenset korn og frøs vedkommende er kunderne primært de lokale fjernvarmeværker, der har mulighed for at brænde de frarensede kerner og frø. Det afrensende affald har en høj tørstofprocent, hvilket gør det let at håndtere for værkerne. Mængderne, der kommer fra grovfoderbranchen, er begrænsede i forhold til de samlede mængder, der afbrændes.

Grovvarebranchens mange filialer har kapacitet til at foretage oprensning af korn og frø. Hovedparten findes i Jylland og færrest på øerne.

Ifølge Danske Fjernvarmeværker er antallet af kraftværker i Danmark 30, /1/ medens det samlede antal fjernvarmeværker ifølge "Dansk Fjernvarme" er på 329 i 2016. Tal for 2017 forventes at blive offentliggjort i december 2018.

Mange kraftvarme- og fjernvarmeværker har inden for de seneste 10 år fået deres kul-/oliekedler ændret til at kunne fyre med bl.a. træflis og andre biomasseprodukter. Det betyder, at muligheden for at komme af med "affaldet" både for foderstofbranchen og den enkelte landmand er blevet mindre besværligt, da affaldet kan afsættes lokalt.

Fjernvarmens energikilder er fordelt på følgende områder.

Tabel 1: Energikilders andel til fjernvarme i 2016

Energikilder	Pct.
Biobrændsel (halm, træpiller, nedbrydeligt affald)	46,4
Brændbart affald	9,3
Varmepumper mm.	3,0
Fossile brændsler (olie, kul og naturgas)	38,0
Sol, geotermisk og vind	1,2
Biolie og biogas	2,1

Baseret på oplysninger fra Energistyrelsen. Energistatistik 2017, side 17. /2/

Andre kunder er biogasselskaberne, der kan anvende frænsen i biogasproduktionen.

Korn og frøafrens har et gaspotentiale, der ligger i intervallet 120-200 m<sup>3</sup> metangas pr. ton, hvilket er et meget højt gasudbytte i forhold til f.eks. gylle, der har et gasudbytte på 12-15 m<sup>3</sup> pr. ton.

Dette gør det særdeles attraktivt for biogasselskaberne at modtage eller købe disse restprodukter fra enten lokale landmænd eller grovvarereselskaber.

På nuværende tidspunkt er der 28 store biogasanlæg og omkring 60 mindre anlæg, og det forventes, at der kommer yderligere 7 nye anlæg i løbet af 2018 og 2020, se bilag 6 og 7.

Frasorteret grovfoder kan kun anvendes i biogasanlæggene, da det er for vådt og ikke umiddelbart kan afbrændes.

Flere af biogasselskaberne modtager større mængder kasseret grovfoder og partier sukkerroer, der er kasseret pga. af råd eller af andre årsager. I de tilfælde, hvor det ikke er muligt at aflevere affaldet til et biogasanlæg, bliver det returneret til markerne.

#### *1.c) Logistik, kundeplacering*

Muligheden for at komme af med restprodukterne ser umiddelbart ud til at være stor. Der er ikke lang afstand mellem de enkelte fjernvarmeanlæg eller mellem fjernvarmeanlæg og biogasanlæg. Der kan dog være anlæg, der ikke har mulighed for at modtage frasorteret affald grundet manglende teknik til at modtage og indføre det i enten forbrændingskedlen eller reaktortanken.

Ved store partier affald, dvs. 90-100 tons, kan biogasselskaberne evt. betale for fragten, da gasproduktion kan dække fragtomkostningerne. Gaspotentialet i god majsensilage ligger omkring 100 m<sup>3</sup>/ton. Hvis man estimerer, at affaldsmajs og græs har et gaspotentiale på det halve, giver et læs et økonomisk udbytte på ca. (35 tons × 50 m<sup>3</sup>/ton × 5 kr./m<sup>3</sup>) 8.750,- kr. Efterhånden som der bliver flere og flere biogasanlæg, vil det også blive lettere for landmændene at få lavet en aftale om levering og evt. også at modtage en økonomisk godtgørelse for affaldet.

#### *1.d) Markedstendens og udsigter*

Universiteterne i København og Aarhus udarbejdede i 2014 en stor analyse ”+10 mio. tons planen”, hvor der forsøgte at give nogle anvisninger på, hvordan biomasseproduktionen kan øges fra 10 til 20 mio. tons om året. Efterspørgslen efter andre energikilder til el- og varmeproduktionen er stigende, da det danske folketing har vedtaget, at Danmark skal være fossilfrit i 2050, og i 2035 skal al elproduktion komme fra vedvarende energikilder, primært fra vindmøller.

De politiske krav medfører, at de affaldsprodukter, der kan brændes eller forgasses, vil blive eftertragtet. I dag er firmaerne glade for at komme af med restprodukterne, uden at det koster dem noget. Fremover kan det forventes, at der vil komme et så kraftigt behov for restprodukterne, at der kommer en markedspris på dem, afhængig af brændværdi eller gaspotentiale.

Land- og skovbruget er og vil blive de brancher, der skal levere rigtig mange af de nye energikilder, bl.a. ved at ”affaldet” bliver samlet noget bedre op, og der vil ske en decideret produktion af f.eks. flis og græs til varme og biogas.

#### *1.e) Produkttyper og leveringsform*

De omtalte fræns-produkter som f.eks. korn, raps og græsfrø leveres på nuværende tidspunkt i en container som løs vægt. Der er ikke tradition for at behandle ”varen”, da det indtil nu har været et affaldsprodukt, der kun skulle bortskaffes så billigt som muligt, da det ikke kunne sælges. De mængder, der er til rådighed, er små, så min vurdering er, at der ikke foreløbig vil komme en eller anden forbehandling af frænsen. Biogasanlæggene kan allerede nu modtage det i løs vægt, da det bliver blandet op med den våde

masse i fortanken, hvilket er problemfrit, og derefter pumpet ind i reaktoren. Det samme gælder for kasseret ensilage og andet foder, der bliver leveret af landmanden og iblandes den våde og tynde masse, der er i fortanken.

Umiddelbart vil en forbehandling til briketter eller tilsvarende ikke være nødvendig, da levering i container er let at håndtere, samtidig med at afstanden til kunderne er begrænset.

#### *1.f) Omkostninger*

Omkostningerne kan deles op i henholdsvis transport, lager og forbehandling af de produkter, der kommer fra landbruget.

Omkostninger til 20 fods containertransport ligger omkring 1.700,- kr. indenfor en radius af 20 km.

Lejepris for en container er omkring 300,- kr. pr. måned. Ved brug af en traktor og en 18 tons vogn er prisen ca. 700 kr. i timen.

Ved brug af container er det en fordel, at containeren er fyldt helt op, og at der er en passende mængde affald enten hele tiden eller indenfor en kort tidsperiode.

Lageromkostningerne er i de fleste tilfælde yderst begrænsede, da affaldet ligger på allerede etablerede betonpladser eller i siloer, der findes på landbrugsejendommen.

Affald fra roer, roetoppe, korn og græsfrø behøver ingen forbehandling, da affaldet enten er meget fugtigt eller er så småt (kerner og frø), at det ikke volder problemer i reaktoren.

#### *1.g) Salgspriser*

Salgspriser på affald er ikke eksisterende, da vi ikke er bekendt med, at landmændene eller foderbranchen har mulighed for at sælge deres affald. Der er enkelte biogasanlæg, der begynder at betale for transporten eller henter affald hos producenten/leverandøren uden fakturering.

Vores vurdering er, at der ved et øget antal biogasanlæg rundt omkring i landet vil ske en tilsvarende stigning i efterspørgslen efter velegnet biomasse. Det kan betyde, at der inden for en relativt kort tidshorisont på 5-6 år vil kunne etableres en pris på affaldet. Prisniveauet vil afhænge af, hvor meget biogas der kan produceres af affaldet, og hvordan det bliver leveret. F.eks. om der kan ske løbende levering direkte i fortanken eller, om der er behov for lager på biogasanlægget.

#### *1.h) Arbejds-mæssige ressourcer*

Affald fra roer kan være roer, der er forrådnede eller har fået frost. Det betyder, at de skal læsses fra roekulen/pladsen til container og vogn. Da det ikke er en daglig arbejdsopgave, vil det ikke være en opgave, der belaster virksomheden som sådan. Opsamling af roetoppe foregår samtidig med, at roerne tages op. Der kræves i den forbindelse en ekstra person samt ekstra traktor og vogn for at køre roetoppene fra marken til container eller lagerplads/silo. De store roeoptagere optager ca. 1,2 ha roer i timen, hvilket betyder, at der skal sættes en ekstra person på opgaven i 3-4 dage afhængig af størrelsen på arealet og af, hvor langt fra marken roetoppene skal leveres.

Afrenset korn og frø opsamles i 20 eller 40 fods container. Den samlede afrensede mængde fra grovvarerekskaberne skønnes at være omkring 120.000 tons varierende fra år til år. Massefylden for afrens er omkring 300 kg/m<sup>3</sup>, da en del er avner og skaller, der ikke vejer ret meget. Det svarer til ca. 400.000 m<sup>3</sup> eller 13.000 stk. 20 fods containere pr. år.

De landmænd, der selv står for oprensning af deres korn, kører det frasorterede ud på marken, hvor det indgår i det biologiske kredsløb. Korn- og frøvirksomhederne opsamler det i deres containere, hvorefter det køres til forbrænding på kraftvarmeværkerne.

## 1.2 Halmsalg til biogas, kraftvarmeværker, eget forbrug

### 2.a Mængder til rådighed

Mængden af halm, der produceres i Danmark, er i gennemsnit over de sidste 4 år (2014-2017) på omkring 6,2 mio. tons.

Tabel 2: Halmproduktion

Mio kg	2014	2015	2016	2017
Halm i alt inkl. raps-, bælg-sæd- og frøgræshalm	6.244	6.516	5.685	6.431
Anvendt til energi (afbrænding)	1.432	1.435	1.509	1.711
Anvendt til foder	958	918	892	1.010
Anvendt til strøelse	619	686	688	772
Ikke bjerget	3.233	3.476	2.594	2.938

Kilde: Baseret på Danmarks Statistik, HALM1.

Tabel 3: Den samlede danske halmproduktion 2017

1.000 tons	Korn	Raps	Ærter	Frøgræs*	I alt
Samlet halmhøst	5.719	668	45	214	6.645
% fordeling	86	10	0,6	3,4	100

\*Baseret på opgørelser fra SEGES Planter & Miljø, GIS beregninger august 2015.

Mængden af halm, der bliver brugt til energi, udgør under 16 pct. af det samlede energiforbrug og er faldende, da flere af de store kraftvarmeværker er gået over til at bruge flis i stedet for halm. Flis-andelen er i 2016 oppe på næsten 30 % af det samlede energiforbrug (36,3 PJ).

I 2014 besluttede den daværende regering, at kul i kraftværkerne skal være udfaset fra 2030. Udfordringen er at bibeholde en stabil energiproduktion i markedet, da vind og sol er og bliver den primære producent, hvilket betyder, at kraftværkerne skal være backup i forhold til VE-anlæggene.

De forskellige biomasser som halm og træflis har varierende kvalitet/energiindhold, hvilket betyder variation i produktionen, samtidig med at biomassekedler skal have mere tid til at starte op. Bionaturgas kan være et alternativ som nødbændsel, da gaskedler er hurtige at starte op. Interessen for halm vil måske stige, men det er ikke givet, da halm giver udfordringer med bl.a. håndtering, lager og aske, der skal bortskaffes. Tilsvarende varierer produktionen af halm, jf. tabel 2, hvilket gør det vanskeligt for både landmænd og varmeværker at planlægge leverancer flere år frem.

I skrivende stund er der flere af biogasanlæggene, der forsøger at udfase halmen fra deres biogasproduktion, da produktionen af halm i 2018 er ekstremt lille.

Det formodes, at ca. 50 pct. af den ikke bjergede del af halmen kan bjergeres /3/.

Det betyder, at mængden af halm til energifremstilling fordobles fra 1,4 til omkring 3 mio. tons.

At fjerne mere halm fra markerne kan have betydning for C/N forholdet. Selvom det rent praktisk vil være muligt at fjerne al den halm, der bliver produceret, vil der være andre forhold som bl.a. kulstofindholdet i jorden, der skal tilgodeses for at bibeholde en forsvarlig kulstofpulje og derved en høj dyrkningsikkerhed. /4/

### *2.b) Kunder, hvad efterspørges og hvor mange kunder er der?*

Halm kan gå hen og blive en eftertragtet vare, da der er mange forskellige kunder, der kan bruge halmen i deres produktion. Kunderne er bl.a. kraftværker, fjernvarmeværker, biogasanlæg, landmænd med eget halmfyr og fremover også bioraffineringsindustrien.

Antallet af fjernvarmeværker og kraftværker er hhv. ca. 330 og 30 eller i alt 360 værker, jf. bilag 3. Antallet af biogasanlæg er godt på vej til at nå de 90, jf. bilag 6. Ingen offentlige statistikker angiver antallet af landbrug med eget halmfyr.

Andre kundesegmenter kan fremover blive byggebranchen, der kan bruge halmen som isoleringsmateriale. Der forskes i at anvende halmen i de kommende bioraffineringsanlæg, hvor cellulosen og sukkerstofferne kan omdannes til kemiske produkter, der kan anvendes i bl.a. plastindustrien, hvor de i fremtiden kan erstatte plastgranulater fra olie.

### *2.c) Logistik, kundeplacering*

Halm er en af de biomasser, der er u håndterbare, forstået på den måde, at halm fylder meget i forhold til vægten. Selv presset halm fylder.

Det har betydet, at man i flere år har forsøgt at efterbehandle halm til briketter eller piller for at kunne transportere større mængder pr. transport med enten traktor + vogne eller lastbiler.

Måbjerg Bioenergi ved Holstebro skal de kommende år forsøge at lave 2G bioethanol ud af halm. Det kræver dog, at der fragtes omkring 300.000 tons halm til anlægget. Det betyder, at al halm i en radius på 80 km skal transporteres til Holstebro. Hvis man kan komprimere halmen med en faktor 5, reduceres antal transporter væsentligt.

Ved levering til fjernvarmeværk eller biogasanlæg vil afstanden fra landmanden til anvendelsesstedet være mindre. I Jylland er biogasanlæggene jævnt fordelt, hvilket gør det økonomisk mere rentabelt at bruge halm i anlæggene. På Fyn og i særdeleshed Sjælland er der til gengæld langt mellem biogasanlæggene. Det forventes dog, at der i løbet af 2018 og 2019 vil komme flere anlæg på Sjælland, jf. bilag 7. I skrivende stund er der planlagt opførelse af 3 nye anlæg på Sjælland (Odsherred, Ølstykke og Holbæk). Det nyt anlæg i Kalundborg er taget i brug juni 2018. (Bigadan og Ørsted). Og Nature Energy investerer i bl.a. Holbæk- og Koldinganlæggene. Der arbejdes i skrivende stund på at opføre et økologisk anlæg på Fyn, hvor en gruppe økologiske landmænd står bag investeringen.

### *2.d) Markedstendens og udsigter*

Fjernvarmeværkerne og biogasanlæggene forventes at blive dem, der efterspørger de største mængder halm. Kraftværker vil fortsat sætse på træflis og gas, da deres rolle bliver at fungere som backup for VE-energien. Fordelen ved at bruge gas (natur- og biogas) er, at gasmotor, turbine eller brændselscelle kan indreguleres hurtigt (få minutter).

Samtidig er etableringsomkostningerne ved gasbaseret elproduktion lav pr. installeret effekt – hvilket er altafgørende for backup-anlæg i et fremtidigt el-system, hvor de kun aktiveres i meget kort tid af året.

Anvendelse af halm i biogasanlæggene har den fordel, at det bibeholder eller forbedrer C/N-forholdet i jorden i modsætning til, hvis det bliver brændt af i et kraft- eller fjernvarmeværk.

Fremtidens tendenser er også, at der bliver udviklet isoleringsmaterialer af halm og hamp til byggeindustrien. Der har i flere år været arbejdet på at udvikle alternativ isolering, men en kommerciel produktion mangler fortsat at blive igangsat. /5/

Om halmen har en fremtid i bioraffineringsanlæggene er fortsat uvist, da de første forsøg med at bruge halmen i kommerciel produktion hos Inbicon i Kalundborg er ophørt, og anlægget er taget ned.

#### 2.e) Produkttyper – forbehandling og omkostninger

Forbehandling af halm kan foretages på flere forskellige måder. På nuværende tidspunkt er der otte forskellige metoder, der anvendes i større eller mindre grad. De mest afprøvede og anvendte metoder er følgende:

*Tabel 4: Forbehandlingsmetoder*

<b>Lavteknologisk anlæg</b>	<b>Højteknologisk anlæg</b>
X-chopper – kædeknuser	Euromilling hammermølle
Knivpumpe (fortank)	Extruder
Hüningen Hammermølle	Brikettering
Haybuster	
Kompostering	

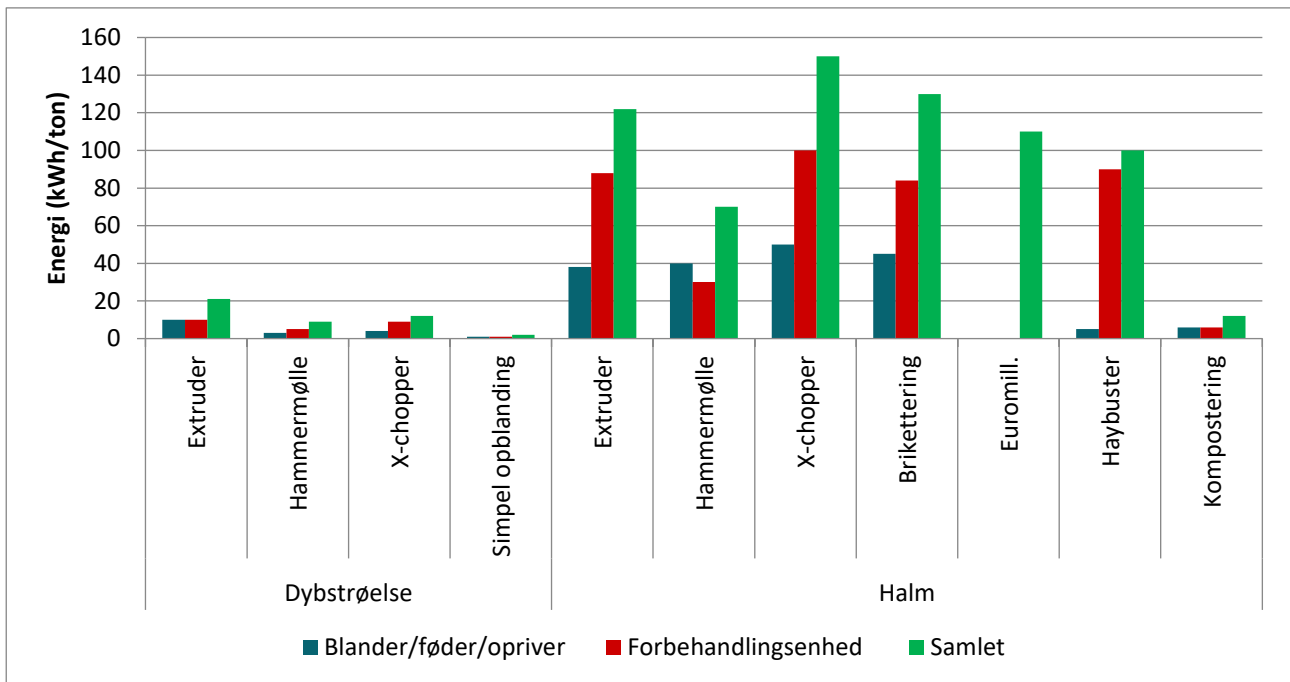
Behandlingsmængderne i de enkelte anlæg varierer fra 1 til 5 tons/time. Investeringssummen ligger i intervallet fra 1 til 3 mio. kr. og tilsvarende vedr. vedligeholdelse og forbrug af energi.

En nærmere beskrivelse af omkostninger og mest rentable metoder kan ses i notatet "Mekaniske forbehandlingsmetoder og rentabilitet af halm", udarbejdet af SEGES – bioenergi, 2015 / 6/

De højteknologiske anlæg er de anlæg, der har den største anlægspris og det største forbrug af energi. I modsætning til de lavteknologiske anlæg giver behandlingen i nogle af biogasanlæggene også et højt gasudbytte. Forsøg foretaget af H.B. Møller, AU for Taskforce gruppen under Energistyrelsen i 2015 og 2016 viser, at der er meget stor variation inden for de enkelte metoder. De nyeste undersøgelser er offentliggjort i 2016. /7/

Undersøgelserne viser, at energiforbruget ved de forskellige teknologier til behandling af dybstrøelse og halm varierer fra 70-150 kWh/ton i halm og 9-23 kWh/ton i dybstrøelse. Det skal dog pointeres, at flere af teknikkerne fortsat er under udvikling. På sigt kan det forventes, at energiforbruget kan reduceres.





Figur 1: Energiforbruget ved forbehandling af dybstrøelse og halm. Kilde: /7/

Sammenlignes omkostningerne med det merudbytte, der opnås ved en forbehandling, er det de lavtekniske anlæg, der viser det bedste økonomiske slutresultat.

#### 2.f og 2.g) omkostninger og salgspriser

Priser på halm kan deles op i to grupper:

- Produktionsomkostninger for landmanden
- Salgspriser til fjernvarmeværker

Produktionsomkostningerne for landmanden kan gøres op ud fra de faktiske omkostninger forbundet med bjergningen og opbevaringen af halmen.

Tabel 5: Eksempel på omkostninger ved bjergning af halm

Omkostninger, øre/kg	Interval
Gødningsværdi i halmen <sup>1)</sup>	10-12
Vending <sup>2)</sup>	5-6
Presning	15,0-16,0
Hjemkørsel	7,5 – 8,0
Lager (afskrivning på lade) <sup>3)</sup>	9-10
Forsikring <sup>4)</sup>	2,0-2,2
I alt øre/kg/år	<b>48,5-54,2</b>

Oplysninger til grund for beregninger, se bilag 8.

Ved levering til fjernvarmeværkerne skal der ud over produktionsomkostninger og lagerforrentning lægges et risikotillæg, da kontrakter og leveringsbetingelser kan variere fra år til år. I de tilfælde, hvor halmen fjernes

hvert år, skal der tillægges et yderligere tab på 2-5 øre/ kg/ha, da kulstofpuljen og dermed også dyrkningssikkerheden bliver reduceret.

### 2.h) Arbejdsmæssige ressourcer

De arbejdsmæssige ressourcer kan opdeles i den tid, der går med at vende, presse og køre halmen til lagerplads. Hvor meget tid der går med arbejdsprocessen afhænger i høj grad af maskinkapaciteten. Halmballerne er alt overvejende enten 150 kg's minibigballer eller 500 kg's bigballer. En halmpræsser, der laver 150 kg's baller, kan presse omkring 4-4,5 ha i timen, og der kan læsses fra ca. 3 ha i timen, når der er to personer.

Ved 500 kg's halmballer er tidsforbruget til presningen lidt mindre. Der kan presses omkring 4,5-5,5 ha i timen, og der kan læsses fra 10 ha i timen, når der er to traktorer med vogn, der kan rumme 12-16 baller pr. læs.

*Tabel 6: Eksempel på udbytte ved 3 tons halm pr. hektar*

	Presning	Læsning af baller inkl. hjemkørsel ½ km
	Antal ha pr. time	Antal ha pr. time
150 kg's baller (80x90x200cm)	4-4,5	ca. 1,3, da der anvendes 45 min/ha
500 kg's baller (1,2x1,30 m x 2,4 m)	4,5-5,0	Ca. 5-6 ha (24 bigballer pr. læs)

Kilde: SEGES, Planter & Miljø

Omkostninger til transport af halm fra lager til biogasanlæg afhænger af afstand og valg af transportmiddel, der enten kan være traktor eller lastbil.

AgroTech lavede i 2014 en undersøgelse af omkostninger og muligheder for at transportere halm fra lager til bl.a. kraftvarmeværkerne, jf. bilag 10.

Ved brug af lastbil er prisen ca. 40 kr./ton ved en afstand på 25 km. De fleste transportkøretøjer kører med anhænger. Det samlede læs er på op til (16+20) 32 bigballer svarende til godt 18 tons pr. kørsel.

## 1.3 Alternative biomasser, der kan udkonkurrere landbrugets biomasser

En SWOT-analyse afdækker to områder, den interne og den eksterne situation set fra virksomhedens side. I stedet for at se det fra virksomhedens side, kan man bruge en SWOT-analyse til at vurdere, hvordan de forskellige biomasser konkurrerer med hinanden. En typisk SWOT-afdækning omfatter de fire områder, der er vist i figuren nedenfor.

Intern situation	Ekstern situation
<b>Stærke sider</b> Unikt produkt Dansk produktion CO2-besparende Menneskeligt /fagligt	<b>Muligheder</b> Nye affalds- og biprodukter
<b>Svage sider</b> Smalt sortiment Små kunder Svag likviditet Små på markedet	<b>Trusler</b> Konkurrentimport Lovreguleringer af branchen Uaktuelt på længere sigt

Landbruget leverer store mængder biomasser til biogasanlæggene primært i form af gylle. Seneste opgørelse fra SEGES viser, at der er ca. 37 mio. tons gylle på landsplan jf. bilag 4, hvoraf anvendes ca. 5 mio. tons gylle i biogasproduktionen jf. bilag 5.

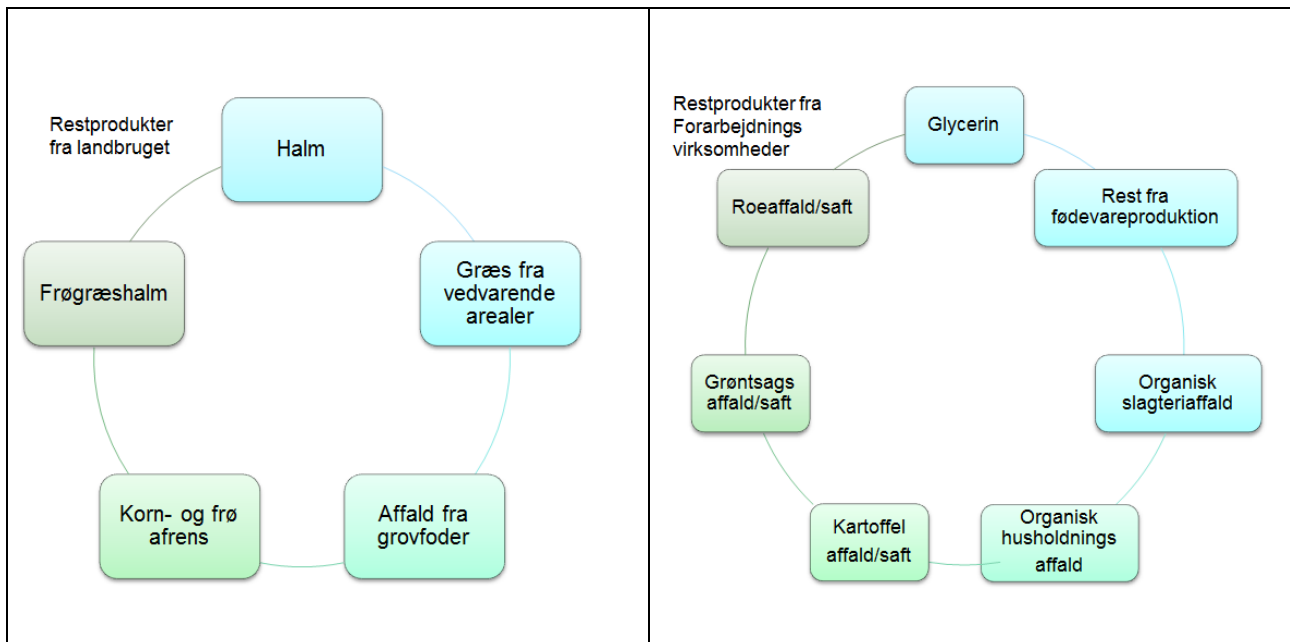
Den samlede husdyrgødningsproduktion er omkring 40 mio. tons, men der anvendes kun ca. 5,3 mio. tons i biogasproduktion svarende til 13 pct.

Det politiske mål om at 50 pct. af husdyrgødningen skal anvendes i biogasanlæggene i 2020 er ikke opnåeligt. De seneste beregninger fra SEGES viser, at ca. 35 pct. af gødningen vil blive brugt i biogasproduktionen i 2020. /8/.

Selvom der er bygget tre meget store, nye anlæg i 2017/2018, er denne vurdering næppe realiserbar, da det betyder, at der skal ske en fordobling af biogaskapaciteten inden for 2-3 år, hvilket ikke er teknisk muligt.

### **Biomasser og muligheder**

Produkter, der kan erstatte landbrugsprodukter som halm, roetoppe, roeffald og frarens i korn- og frøproduktionen, er bl.a. affald fra fødevarefabrikkerne, slagteriaffald fra mavetarme og madaffald fra husholdninger, storkøkkener og restauranter m.v.



Figur 2 : Biomasser fra landbruget og industrien

**Roeaffald /-saft** er et restprodukt fra sukkerroeproduktionen. Der er kun to sukkerroefabrikker tilbage i Danmark i henholdsvis Nykøbing Falster og Nakskov.

Sukkerroeproduktionen er inde i en omlægningsfase, da de EU-bestemte kvoter for sukkerroeproduktionen er under afvikling. Fra 2017 er der ingen produktionskvoter længere, hvilket kan betyde, at dyrkning af sukkerroer i Danmark vil blive reduceret. Lande som Polen, Tyskland og Frankrig har en stor sukkerproduktion, der kan udkonkurrere den danske produktion pga. høje udbytter og et bedre klima til den pågældende produktion.

Set ud fra biogasproduktionen vil det ikke have den store betydning, da restprodukterne fra sukkerindustrien ikke har et tilstrækkeligt stort gaspotentiale i forhold til prisen på affaldet.

### Eksempel

Roemelasse, restproduktet fra sukkerproduktion, indeholder ca. 45 pct. (af vådvægt) letfordøjelige kulhydrater, der kan anvendes i biogasproduktionen. Melassen anvendes i dag i kvægfoder, da det stimulerer fordøjelsen i vommen hos drøvtyggere. Prisen på melasse ligger omkring 1.300,- kr./ton. Gasudbyttet er omkring 190 Nm<sup>3</sup> biogas (98 pct. metan) pr. ton biomasse. Ved en salgspris på omkring 5,5 kr./Nm<sup>3</sup> giver det et salgsniveau på 1.045,- kr., hvilket må konkluderes at være en dårlig forretning for biogasanlægget. For ikke at ødelægge biogasprocessen kan der kun tilføres mængder på under 5 pct. for at undgå, at processen slemmer til.

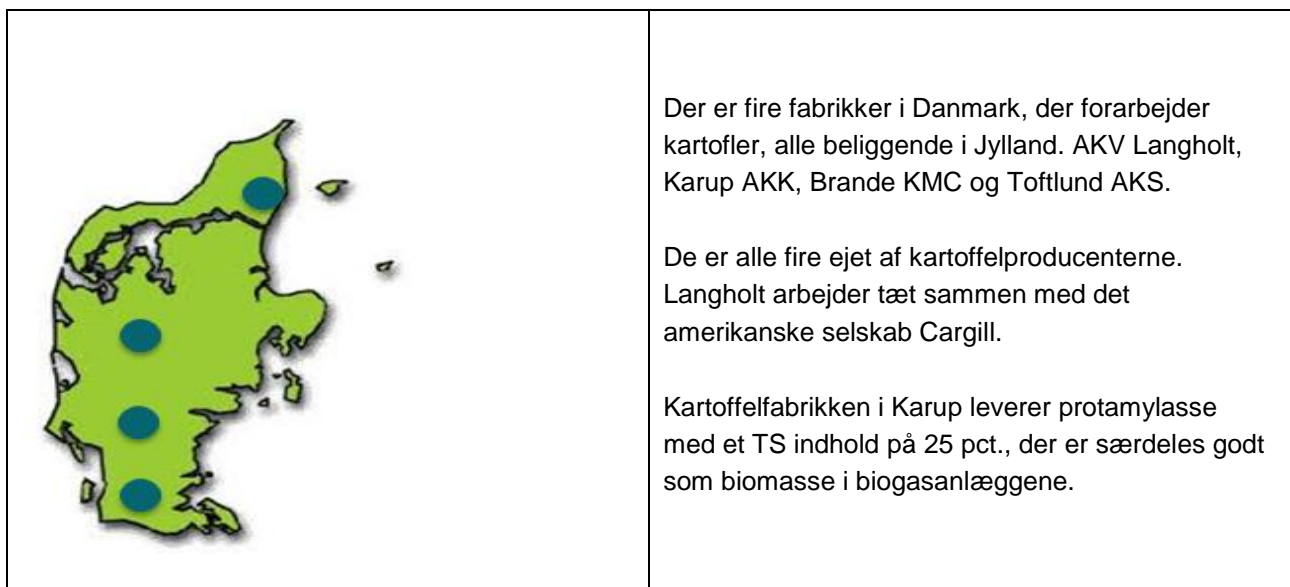
Sojamelasse, mask og pektin er tilsvarende restprodukter, hvor der ikke på nuværende tidspunkt er foretaget analyser af biogasinholdet. Sojamelasse indeholder mindre sukker end roemelasse. Mask indeholder ingen sukkerstoffer men et højt indhold af protein. Pektin indeholder meget lidt sukker og proteiner. Der er ikke offentliggjort forsøg med biogaspotentiale inden for de tre nævnte produkter, men umiddelbart må konklusionen være, at produkterne ikke er brugbare i biogasproduktionen.

Antallet af danske fabrikker, der forarbejder **grøntsager**, er siden 2000 reduceret. Der ligger nogle få stykker omkring Lammefjorden på Sjælland. Ved Nykøbing Falster ligger Ardo A/S, der forarbejder grønne ærter

(Belgisk). Daloon Nyborg er solgt til den Hollandske kapitalfond Egeria. I skrivende stund er de få tilbageværende fabrikker altovervejende ejet af udenlandske selskaber.

Restprodukterne fra de forskellige forarbejdningsvirksomheder udnyttes allerede i dag næsten fuldstændigt, enten som gødning eller i biogasproduktionen. Efterhånden som der bygges flere store og mellemstore fællesanlæg, er efterspørgslen efter industriprodukter stigende, og nye markeder undersøges minutløst. Interessen er især rettet mod bl.a. Polen og de baltiske lande. Udfordringerne er at finde nye produkter fra industrien, der ikke har for høj en indkøbspris i forhold til den mængde gas, der kan produceres på varen.

**Kartoffelaffald** og andet affald fra grønsagsproduktionen og fabrikernes rest fra kogning og afskrælning er tilsvarende en velegnet biomasse.



Figur 3: Kartoffelmelsfabrikker i Danmark 2017

### Kildesorteret husholdningsaffald

Hvis udbygningen af biogasproduktionen skal forsætte, skal der sættes fokus på andre biomasser. Som figur 2 overfor viser, er der flere muligheder. Et af de områder, der er fornyet fokus på, er det kildesorterede husholdningsaffald (Kildesorteres Organisk Dagrenovation, KOD) herunder særligt det organiske køkkenaffald. Det forudsætter dog, at renovationselskaberne investerer i udstyr i deres biler, der kan holde de forskellige fraktioner adskilt.

Det økologiske Råd udgav i september 2015 en analyse af, hvilke muligheder og begrænsninger der er i "Anvendelse af organisk affald i biogasanlæg". Og Miljøstyrelsen har fået udarbejdet en rapport, der viser, hvor meget af husholdningsaffaldet, der kan genanvendes. Ifølge rapporten er der ca. 725.000 tons køkkenaffald og 165.000 tons årligt fra storkøkkener, der kan indgå som biomasse i biogasproduktionen. /9/

I dag er det muligt at blande maks. 25 pct. køkkenaffald i biogasanlæggene. Forudsætningen for at bruge køkkenaffald er, at der foretages en effektiv sortering, så der ikke kommer tungmetaller og plastrester med ud på markerne, når affaldet er afgasset. Se artikel om "Plast i jord" /10/

Der er flere europæiske lande som f.eks. Tyskland, Sverige og England, der har sorteret deres husholdningsaffald i de seneste 10 år i en organisk og en anden fraktion. De har vist, at det ikke er det store problem. Det er kun et spørgsmål om at få det organiseret, så der foretages ens sortering i alle kommunerne. Miljøstyrelsen arbejder både med mindre madspild og en generel udnyttelse af madaffaldet.

På nuværende tidspunkt er der tre forskellige måder at behandle husholdningsaffald på:

1. Husholdningsaffaldet afbrændes i fjernvarmeværkerne.
2. Der foretages en kildesortering af affaldet, hvor en stor mængde af affaldet bliver genanvendt, bl.a. plast, glas, papir/pap, metal etc. Den organiske del bliver afbrændt, da det fortsat indeholder rester af metal, glas og plast samt evt. tungmetaller.
3. Hvis den organiske del af husholdningsaffaldet bliver sorteret tilstrækkeligt omhyggeligt, så der ikke findes eller kun minimalt findes plast, glas, metal og tungmetaller, kan denne del anvendes i biogasproduktion og efterfølgende anvendes som gødning på landbrugsarealerne. Flere store industri- og firmakøkkener begynder at opsætte madaffaldskværne. Madaffaldet snittes og sendes via et rør til en container. Når containeren er fuld, sendes indholdet til det nærliggende biogasanlæg. På den måde udnyttes madspildet og affaldet 100 pct. En effektiv sortering gør, at affaldet recirkuleres og næringsstofferne N-P-OK udnyttes optimalt.

DONG REnescience afprøver for øjeblikket på deres anlæg på Amager at trække den organiske del ud af affaldet med enzymer – enzymhydrolyse – frem for at foretage en sortering, inden affaldet indsamles. Enzymhydrolyse-modellen er en centralsorteringsløsning, hvor det organiske materiale nedbrydes ved hjælp af enzymer til en biovæske, og hvor genanvendelige materialer frasorteres (plast og metal). Biovæsken bioforgasses, og restproduktet (digestat) bliver afbrændt, da den nuværende lovgivning ikke tillader udspreddning af restproduktet på landbrugsarealer på grund af indholdet af tungmetaller.

På nuværende tidspunkt er der behov for, at der udformes en fælles standard for køkkenaffald m.h.t. indhold af plast, metal, glas og andre reststoffer. En fælles standard kan fremme en ensartet sortering af køkkenaffaldet i alle kommuner. På den måde vil der være en større mængde biomasse til rådighed for biogasanlæggene, som efterfølgende kan bruges som gødning. En standardisering af affaldssortering vil fremme genanvendelsen, og de virksomheder, der oparbejder affaldet, skal ikke have flere forskellige systemer, hvilket giver store besparelser for både forbrugerne og virksomhederne.

**Slagteriaffald** kan anvendes i biogasproduktion. Forudsætningen er dog, at der foretages en hygiejniserende af affaldet (garanteret temperatur på 70° i en time, hvilket betyder, at temperaturen i praksis skal være 72-73°). Miljøstyrelsen foretog en større undersøgelse tilbage i 2004, der viser, at en begrænset mængde (maks. 3 pct.) slagteriaffald kan fremme gasproduktionen. Et ton slagteriaffald indeholder omkring 220 m<sup>3</sup> biogas. /11/

Rester fra fødevarerindustrien kan tilsvarende benyttes i biogasanlæggene.

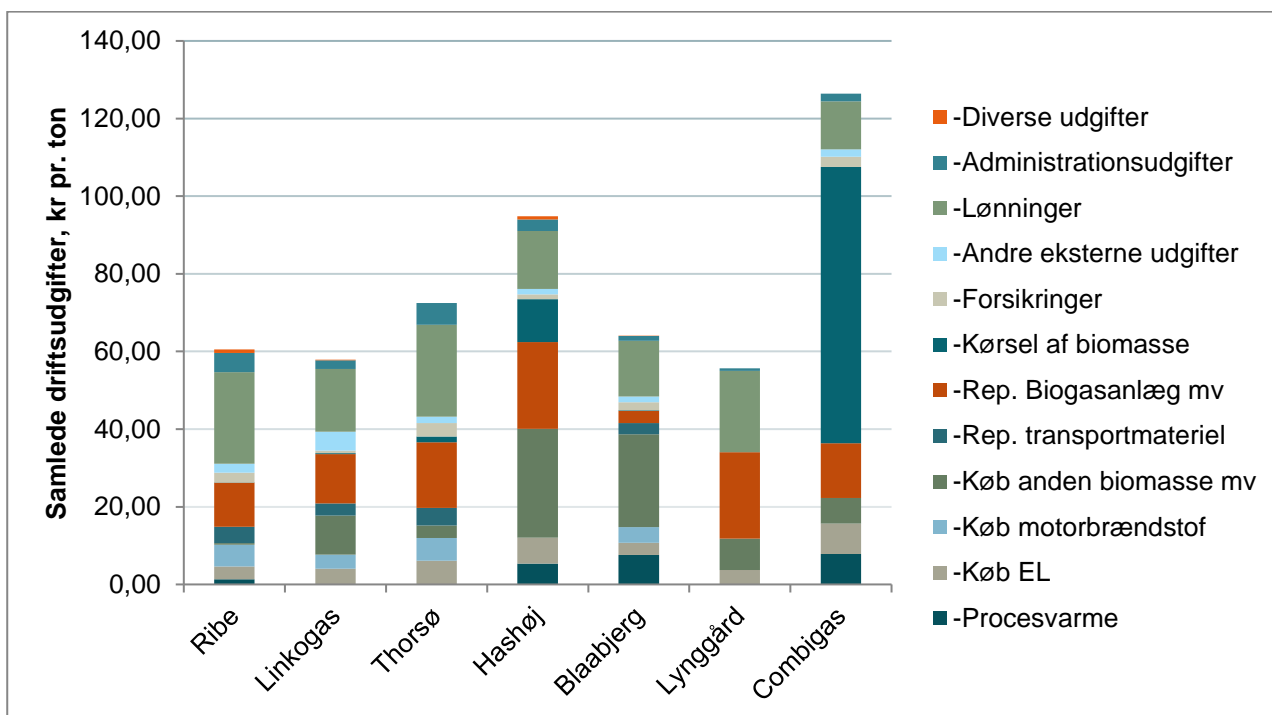
Produkter fra industri, der kan anvendes i biogasproduktionen, er primært **glycerin**, der alt overvejende kommer fra raffinering af fedt og planteolie. Glycerolen kan evt. bruges i kosmetik - det koster dog meget at opgradere/rene produktet.

## Udfordringer / Trusler

Udfordringerne ved alle typer af biomasser er, hvilken biogasmængde de kan bidrage med. At handle med biomasser er at være en god købmand. Det hele afhænger af:

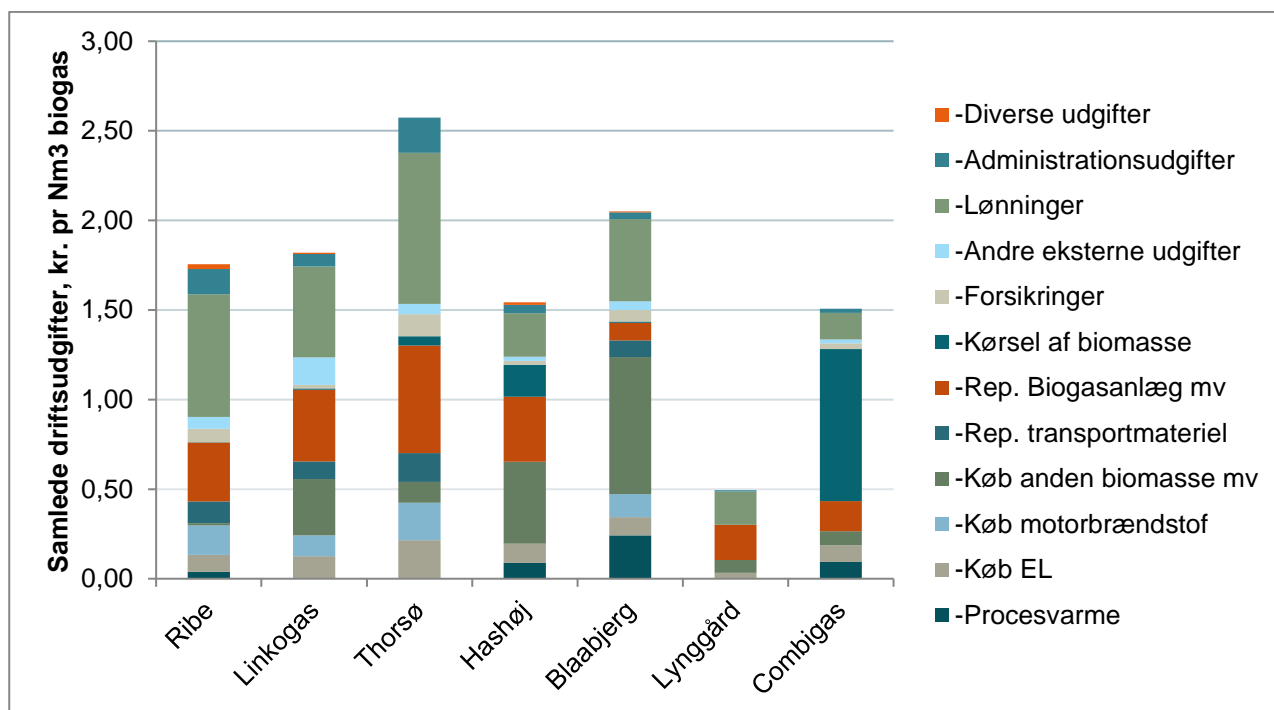
- Prisen på råvaren (biomassen)
- Hvor meget biogas, der kan produceres på biomassen
- Hvor stor metankoncentrationen (pct.) er i gassen
- Produktionsomkostningerne pr. enhed gas, og
- Hvad gassen kan sælges til enten som opgraderet gas, el og varme eller biogas til procesformål.

Energistyrelsen fik udarbejdet en økonomisk analyse i 2015 for 15 biogasanlæg /16/. Analysen viser, at der er meget stor variation i omkostningerne i biogasproduktionen. Syv biogasanlæg er analyseret nærmere, og de samlede driftsudgifter varierer fra 58-125 kr. pr. ton behandlet biomasse, jf. figur 4.10 i rapporten /12/.



Figur 4: Samlede driftsudgifter, kr. pr. ton behandlet biomasse

Hvis man tilsvarende ser på de samlede driftsudgifter men opgjort pr. Nm<sup>3</sup> produceret biogas (65 pct.) ændrer billedet sig, jf. figur 4.11 i rapport /16/.



Figur 5: samlede driftsudgifter kr. pr. Nm<sup>3</sup> biogas (65 pct.) produceret

Thorsø bioenergi har en driftsudgift på omkring 70 kr./ton biomasse men har til gengæld en driftsudgift på 2,55 kr./Nm<sup>3</sup> biogas.

De to figurer viser, at gasproduktionen og gaskvaliteten, dvs. metanindholdet, har afgørende betydning for rentabiliteten i anlæggene.

Forrentning af anlæggene er dog ikke med i de pågældende driftsudgifter, hvilket kan give et ganske andet resultat på bundlinjen.

Variationen i gaspriserne er stor imellem selskaberne. Det afhænger af, hvordan gassen sælges.

F.eks. sælger Thorsø Bioenergi gas til det lokale fjernvarmeværk, hvor der er indgået en længerevarende kontrakt med en fast pris. Andre biogasanlæg sælger til opgradering, hvor prisaftalerne er kortvarige, hvilket åbner for, at de kan forhandle sig til bedre kontrakter, hvis markedet udvikler sig i en prispositiv retning.

Udfordringerne er og vil være at få fremskaffet gode biomasser til en pris, der matcher gasindholdet. F.eks. skal "tynd svinegylle" blandes med biomasser med et højt tørstofindhold. Det kan være dybstrøelse fra kvæg, halm eller grøntsagspulp fra f.eks. kartofler og grøntsager. Det kan også være spildevand fra bryggeri, fibermasse fra rensningsanlæg mm.

Truslerne ved de ikke agroproducerede biomasser er, at der meget hurtigt kan ske store ændringer.

Virksomhederne kan lukke eller flytte produktionen ud af landet. Konkurrencen mellem biogasselskaberne skærpes for øjeblikket. De store biogasanlæg jagter de bedste industri biomasser og betaler gerne en relativt høj pris for at få adgang til produkterne.

## Stærke og svage sider ved biomasserne

De stærke sider ved de biomasser, som landbruget producerer, er, at de kan produceres i store mængder. De produceres over hele landet, hvilket gør det muligt at optimere logistikken og transportomkostningerne.

**Ulemperne** er, at mange biomasser fylder meget, f.eks. halm, der har en stor volumen i forhold til sin vægt. Det samme gælder snittet græs og majs.



Begrænsninger i anvendelsen af de forskellige biomasser afhænger af, hvor stor en andel de udgør af den samlede biomasse i processen. De to områder, der primært er fokus på, er, om biomasserne karakteriseres som bæredygtige, og om de kan anvendes som gødning i landbruget.

På nuværende tidspunkt er der ifølge "bekendtgørelsen om bæredygtig produktion af biogas, nr. 301 af 25/03/2015"/13/ et krav om, at der maksimalt må tilføres 25 pct. af landbrugsafgrøderne i biogasproduktionen.

Tabel 6 viser, hvilke energiafgrøder, der kun i et begrænset omfang må anvendes til tilskudsberettiget biogasproduktion i Danmark. I perioden 1.8.2015 til 31.7. 2018 er det 25 pct., og fra 1.8.2018 til 31.7. 2021 er det 12 pct.

*Tabel 7: Oversigt, energiafgrøder til biogasproduktion*

Majskolber og helsæd
Roer, rod. Roetoppe er undtaget
Korn, -kerner og helsæd
Græs, helsæd fra arealer i omdrift Undtagelse: Græs og kløvergræs fra flerårige arealer, dvs. arealer, der ikke har været pløjet op i 5 år, er undtaget.
Kløvergræs, kløvergræs fra økologiske arealer er undtaget.
Jordskokker, rod

Tilsvarende er der ifølge "bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål (slambekendtgørelsen) nr. 1001 af 27/06/2018" et loft over, hvor meget affald der på tilføres biogasanlægget og efterfølgende udspredes på landbrugsarealer som gødning.

Hvis mere end 75 pct. af det tilførte tørstof kommer fra husdyrgødning, kan den afgassede gødning anvendes efter samme regler som husdyrgødning jf. §21 /14/. Udgør affaldet mere end 25 pct. af det tilførte tørstof, skal slambekendtgørelsens regler for anvendelse følges, jf. bilag 1 og 3 i bekendtgørelsen. /14/

**De stærke sider ved meget af industriaffaldet** er, at det indeholder forholdsvis meget biogas pr. m<sup>3</sup>/ton. Det er eftertragtet, da det giver ekstra gas. Tidligere kunne man få det for at hente det. De tider er forbi. I dag er godt industriaffald et højværdiprodukt.

**Ulemperne** ved de biomasser, der kommer fra industrien og forarbejdningsvirksomhederne, er, at de ofte forefindes i mindre mængder og med stor variation i gaspotentiallet.

Et eksempel på at affald er blevet interessant er, at biogasanlægget ved Horsens køber store mængder af slagteriaffaldet fra Danish Crown slagteri, der er nabo til biogasanlægget. Derudover modtager de affald fra Daka ReFood A/S, der genanvender madaffald til bl.a. biodiesel. Restpulpen sælges til biogasanlægget. For få år tilbage var disse typer af affald gratis, i dag betales der en høj pris for det. Prisen afhænger af, hvor stort biogaspotentiallet er i de forskellige typer affald.

Der er dog den betingelse, at det meste industriaffald skal hygiejniseres, før det må anvendes for at forhindre smitte, når det spredes ud på landbrugsjorden.

Begrænsninger i anvendelse af de forskellige biomasser afhænger af, hvor stor en andel de udgør af den samlede biomasse i processen. Det drejer sig primært om de produkter, der er nævnt i "Bekendtgørelsen om anvendelse af affald til jordbrugsformål (slambekendtgørelsen) bilag 1".

Fordelen ved at affaldet er omfattet af slambekendtgørelsen (dvs. står på bilag 1 til bekendtgørelsen) er, at det uden forudgående tilladelse efter miljøbeskyttelseslovens § 19 kan anvendes til jordbrugsformål dvs. som gødning.

Kommunen skal i henhold til slambekendtgørelsen stille krav om prøveudtagning af de affaldsstoffer, der anvendes til analyse. Prøverne skal vise, om affaldsprodukterne overholder grænseværdikravene for tungmetaller og miljøfremmede stoffer, der er nævnt i slambekendtgørelsens bilag 2 og med den hyppighed mm, som fremgår af bilag 5./15/

SEGES har udarbejdet et notat, der viser, hvilke krav og begrænsninger der er ved anvendelse af både biomasser fra landbruget og fra industrien.

Regler for anvendelse af gødning, afgrøder og affald til biogas:/15/ og Tilladte biomasser til økologisk biogas:/16/

## Opsummering

Alle de forskellige affaldsprodukter af organisk art kan bruges som biogasmasse. Hvis de skal indgå i en bæredygtighedscyklus, er det dog en forudsætning, at de ikke indeholder stoffer, der kan forurene landbrugsjorden. Både de økologiske bedrifter og de bedrifter, der producerer mælk, har strenge krav til indholdet i de biomasser, der tilbageføres til landbrugsjorden.

For at øge den danske biogasproduktion er der behov for, at alle de tilstedeværende biomasser indsamles og udnyttes optimalt. Derfor er der behov for at sætte fokus på, at man ikke blander affald, og det gælder alle steder fra industri til private hjem. Den almindelige affaldssortering er vidt udbredt og sat i system. Nu mangler vi kun at få den organiske (køkkenaffaldet) med.

På nuværende tidspunkt er der ikke noget, der tyder på, at biomasser fra industri og renovation kan udkonkurrere landbrugets biomasser. Landbruget vil fortsat være den branche, der er leverandør af hovedparten af biomasserne til biogasproduktion i de næste mange år.

## Kildemateriale

- /1/ <http://www.danskfjernvarme.dk/om-os>
- /2/ <https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Statistik/estat2016.pdf> og <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/maanedlig-og-aarlig-energistatistik>
- /3/ AgroTech 's rapport "Biomasser til biogasanlæg i Danmark - på kort og langt sigt, 2013" side 21.
- /4/ Hvad siger markforsøgene og Kvadratnettet om kulstofindholdet? Plantekongres 2013. v/ Prof. Bent T. Christensen.
- /5/ Advance Nonwoven A/S. Isolering fremstillet af naturfibre som hamp og hør. <http://www.agrotech.dk/projekter/project/isolering-fremstillet-af-naturfibre-som-hamp-og-hoer>
- /6/ Mekaniske forbehandlingsmetoder og rentabilitet af halm. SEGES- Bioenergi 2015 [https://www.landbrugsinfo.dk/Energi/Biogas/Sider/3150\\_2015\\_krj\\_Forbehandlings\\_metoder.pdf](https://www.landbrugsinfo.dk/Energi/Biogas/Sider/3150_2015_krj_Forbehandlings_metoder.pdf)  
PlanEnergi, Temadag om halm 17. september 2017
- /7/ Udvikling og effektivisering af biogasproduktionen i Danmark, Energistyrelsen 2016  
Biogas Taskforce. Afsnit 3.4 Side 58  
<http://www.ens.dk/undergrund-forsyning/vedvarende-energi/bioenergi/afrapportering-biogas-taskforce>
- /8/ Kortlægning af hensigtsmæssig lokalisering af nye biogasanlæg i Danmark, SEGES december 2015.  
[https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/Sider/Rapport\\_om\\_hensigtsmaessig\\_placering\\_af\\_nye\\_biogasanlaeg\\_i\\_Danmark\\_pl\\_16\\_2793.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/Sider/Rapport_om_hensigtsmaessig_placering_af_nye_biogasanlaeg_i_Danmark_pl_16_2793.aspx)
- /9/ Econet 2012, <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2013/01/978-87-92903-80-8.pdf> <http://www.mindremadspild.dk/om-hjemmesiden/fakta-links>
- /10/ "Plast i jord" Specialkonsulent Niels Østergaard, SEGES- Bioenergi.  
[https://www.landbrugsinfo.dk/Energi/Biogas/Sider/Plast-i-jord\\_pl\\_16\\_2921\\_3735.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Energi/Biogas/Sider/Plast-i-jord_pl_16_2921_3735.aspx)
- /11/ *Udvikling af metoder til udnyttelse af animalsk affald i biogas og udvinding af fosfor fra kød- og benmelsforbrænding. Miljøstyrelsen, 2004.*
- /12/ Energistyrelsens Biogas Taskforce, Udvikling og effektivisering af biogasproduktionen i Danmark, Økonomi- nøgletal og benchmark, 2015
- /13/ Bekendtgørelse om bæredygtig produktion af biogas  
<https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=168945>

- /14/ Bekendtgørelse om anvendelse af affald til jordbrugsformål, 1001 af 27/06/2018.  
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=202047>
- /15/ Regler for anvendelse af gødning, afgrøder og affald til biogas. Landskonsulent Erik Fog, SEGES- Økologi  
[https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/Sider/Regler\\_for\\_biomasser\\_til\\_biogas.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/Sider/Regler_for_biomasser_til_biogas.aspx)
- /16/ Tilladte biomasser til økologisk biogas. Landskonsulent Erik Fog, SEGES- Økologi  
<https://www.landbrugsinfo.dk/Oekologi/biogas/Sider/Biomasseliste.aspx>

Bilag: [se særskilt fil](#)